

Über die Wirksamkeit der Selektion
auf Jahresmilchleistung in FCM bei
Fleckviehkühen in oberfränkischen
Ackerbaubetrieben

Horst Schunk

Aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutions-
forschung der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Vorstand: Professor Dr. Dr. H. B a u e r

Über die Wirksamkeit der Selektion
auf Jahresmilchleistung in FCM bei Fleckvieh-
kühen in oberfränkischen Ackerbaubetrieben

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
H o r s t S c h u n k
aus
Grattstadt

München 1960



5349/60

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. K. Z i p f

Referent: Professor Dr. Dr. H. B a u e r

Tag der Promotion: 26. Februar 1960

In Dankbarkeit
meinen lieben Eltern gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I N H A L T

Einleitung	1
Literaturübersicht	2
Übersicht der Ergebnisse von Heritabilitätsuntersuchungen aus dem internationalen Schrifttum	4
Eigene Untersuchungen	7
Material	7
Methodik	11
Ergebnisse	13
Diskussion	17
Zusammenfassung	20
Literatur	21

Einleitung

Ziel der Tierzüchtung ist die Verbesserung der erblichen Anlagen für Leistungseigenschaften bei unseren Haustieren. Am Zustandekommen der phänotypischen Eigenschaften sind außer dem Erbgut auch Umwelteinflüsse beteiligt. Es gilt deshalb für züchterische Belange, diese beiden Faktoren möglichst zu trennen und die Tiere herauszufinden, die auf Grund ihrer genetischen Eigenschaften eine erfolgreiche Nachzucht versprechen.

Die Populationsgenetik hat für diese Abgrenzung Methoden entwickelt; mit Hilfe der Heritabilität kann der Anteil der Erblichkeit am Zustandekommen des Phänotyps geschätzt werden. Berechnungen der Heritabilität sind für die Milchleistungseigenschaften vorwiegend in Amerika und den nordischen Ländern vorgenommen worden. Die Werte gelten jedoch immer nur für die Tierbestände und die Umwelt, bei denen sie gewonnen wurden. Deshalb ist es notwendig, sie für jedes Zuchtgebiet getrennt zu berechnen.

Als Voraussetzung für weitere populationsgenetische Untersuchungen wurde am Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung damit begonnen, die Heritabilität der Milchleistungseigenschaften in bayerischen Höhenrinderzuchten zu ermitteln. Innerhalb dieser Untersuchungen stellte mir Herr Professor Dr. Dr. Bauer die Aufgabe, die Heritabilität der Milchmengenleistung bei Rindern in Ackerbaubetrieben mit ganzjähriger Stallhaltung zu bestimmen.

Literaturübersicht

Für deutsche Zuchtgebiete wurden Heritabilitätsuntersuchungen für Milchleistungseigenschaften beim Rind von SCHMIDT und M. (1958), GRAVERT (1958) und HARTMANN (1958) angestellt.

In den Arbeiten von HARTMANN (1958) und SHIMY (1958) sind Zusammenstellungen von Heritabilitätsuntersuchungen und deren Ergebnisse aus dem internationalen Schrifttum enthalten. Diese Arbeit enthält die Angaben von HARTMANN, sie werden in Tabelle I, um neue Ergebnisse erweitert, wiedergegeben. Auf die Nennung der einzelnen Literaturstellen wird verzichtet.

HARTMANNs Untersuchungen umfassen 1249 schwarzbunte Schleswig-Holsteiner Kühe aus zwei Herden. Für die Berechnung des Erblichkeitsanteils (h^2) zieht HARTMANN die Varianzkomponenten der Unterschiede zwischen und innerhalb der Halbgeschwistergruppen heran. Die Werte für h^2 wurden für Milchmenge, Fettgehalt und Fettmenge berechnet. Die gefundenen Werte für h^2 werden wie folgt angegeben:

Milchmenge	0,15
Fettmenge	0,20
Fettgehalt	0,29

HARTMANN verwendet für seine Untersuchungen Abschlüsse, die sich über einen Zeitraum von 15-32 Jahren erstrecken. Er suchte Kühe heraus mit mindestens 3 Jahresleistungen, weist aber auf die Bedeutung dieser Selektion hin und versucht, sie in der Auswertung zu berücksichtigen. Für die Berechnung von h^2 trennt HARTMANN außerdem die Laktationen und findet entsprechend den Ergebnissen von JOHANSSON die höchste Heritabilität für die erste Laktation.

SCHMIDT und M. (1958) standen für ihre Untersuchungen 1241 Tochter-Mutterpaare zur Verfügung. Die Untersuchungen wurden an Herdbuchtieren des Schwarzbunten Niederungsviehs durchgeführt. Zur Berechnung wurden die absoluten Werte verwendet und die Erblichkeitsschätzung mittels doppelter Intra-Bullen-Regression errechnet. Es wurde der Durchschnitt der ersten zwei Jahresleistungen verwendet. Die Werte von h^2 sind aus Milchmenge mit 0,42, Fettmenge mit 0,26 und Fettprozent mit 0,68 errechnet worden.

GRAVERTs (1958) Untersuchungen erstrecken sich auf Herdbuchtiere des Verbands Schwarzbunte Schleswig-Holsteiner. Aus der Gesamtzahl der Tochter-Muttervergleiche, die vom Verband in den Jahren 1955-1957 angestellt wurden, sind alle Bullen ausgewählt, die mindestens 40 Tochter-Mutterpaare aufwiesen, insgesamt 83 Bullen mit 5424 Tochter-Mutterpaaren und 8896 vergleichbaren Kontrolljahren. GRAVERT verwendet für seine Untersuchungen auf den Stalldurchschnitt der gleichaltrigen Gruppe bezogene Relativzahlen. Dadurch soll der Einfluß spezifischer Umweltfaktoren, die von Betrieb zu Betrieb wechseln, und der Alterseinfluß ausgeschaltet werden. Die Schätzung der Heritabilität der Milchfettleistung auf Grund der Tochter-Mutter Regression ergab $0,22 \pm 0,0336$. Der mit der Intraklass-Korrelation berechnete Wert der Heritabilität der ersten Kontrolljahresleistung beträgt $0,21 \pm 0,0465$.

Tabelle I

Übersicht der Ergebnisse von Heritabilitätsuntersuchungen aus dem internationalen Schrifttum

Verfasser	Jahr	Methode	Erblichkeitsanteil in %		
			Milch- menge	Fett %	Fett- menge
GIFFORD	1930	MT Regr.	-	-	23-51
WRIGHT	1932	Korr. Stud.	75	-	-
COPELAND	1932	MT Regr.	-	-	43
EDWARDS	1932	MT Regr.	41	-	-
HEIZER	1932	Korr. Stud.	51	59-78	-
HEIZER	1933	MT Regr.	-	-	78
AXELSON	1933	Korr. Stud.	42	77	-
RICE	1933	MT Regr.	57	86	-
BARTLETT u. M.	1934	Korr. Stud.	-	83	-
GOWEN	1934	Korr. Stud.	50-70	75-85	-
AXELSON	1934	Korr. Stud.	32-42	64	-
PLUM	1935	MT Regr.	-	-	20-36
LUSH u. M.	1936	MT Regr.	-	50	25
SZCZEKIN-KROTOW	1938	Korr. Stud.	-	64-66	-
COPELAND	1938	Korr. Stud.	58-60	-	-
JOHANSSON u. M.	1940	Korr. Stud.	30-40	68	36
WARD	1940	MT Regr.	30	-	-
LUSH u. M.	1941	MT Regr.	33	-	25-30
LUSH u. M.	1942	MT Regr.	-	-	18
JOHANSSON	1942	MT Regr.	30-40	70-80	-
RICE	1944	MT Regr.	58	95	-
			64-67	87	-
JOHANSSON	1947	MT Regr.	-	78	46
TYLER u. M.	1947	MT Regr.	31	55	28
BONNIER u. M.	1948	Zwill. Stud.	39-90	81-88	-
JOHANSSON	1949	MT Regr.	-	50-70	31-36
LEGATES	1949	MT Regr.	-	-	20
LABEN u. M.	1950	MT Regr.	36	54	29
SIKKA	1950	MT Regr.	37	-	-

Verfasser	Jahr	Methode	Erblichkeitsanteil in %		
			Milch- menge	Fett %	Fett- menge
MIDTLID u. M.	1950	MT Regr.	34	66	44
BEARDSLEY u. M.	1950	MT Regr.	-	-	27
LARSON u. M.	1951	MT Regr.	-	-	30
CHANDRASHAKER	1951	MT Regr.	-	54	20
MAHADEVAN	1951	MT Regr.	31	56	-
RENDEL u. M.	1951	MT Regr.	30	62	-
TOUCHBERRY	1951	MT Regr.	25	-	35
RENNIE	1951	MT Regr.	-	-	36
HARVEY u. M.	1952	MT Regr.	-	-	19
VOGEL u. M.	1952	MT Regr.	40	-	-
HANCOCK	1953	Zwill. Stud.	90	95	86
ASKER u. M.	1953	MT Regr.	24	-	-
YAO u. M.	1953	Halbg. Korr.	28	-	37
YAO u. M.	1953	MT Regr.	71	-	84
KORKMAN	1953	MT Regr.	39-40	46-59	36-49
STONAKER	1953	MT Regr.	30	-	-
JOHANSSON	1953	MT Regr.	-	54-68	32-39
CARNEIRO	1953	MT Regr.	23	-	-
ASHFAQ u. M.	1954	Halbg. Korr.	18	-	-
JOHANSSON	1954	Halbg. Korr.	58	81	56
MAHADEVAN	1954	MT Regr.	19	-	-
AGARWALA	1955	Halbg. Korr.	-	26	6
MADDEN	1955	MT Regr.	29	-	19
ROGNONI	1955	MT Regr.	22	-	-
SEBESTYEN	1955	MT Regr.	-	61	-
STONE	1955	MT Regr.	25	35	27
TABLER	1955	MT Regr.	25	56	20
WINZENRIED	1955	Zwill. Stud.	-	68	-
JOHNSON	1956	MT Regr.	26	-	30
MASON u. M.	1956	Halbg. Korr.	5-22	27-49	-
ROBERTSON	1956	MT Regr.	25	35	-
VENGE	1956	Halbg. Korr.	-	-	40
THOMPSON	1957	MT Regr.	-	-	39
EL-SHIMY	1957	MT Regr.	36	77	-
HARTMANN	1958	Halbg. Korr.	15	29	20

Verfasser	Jahr	Methode	Erblichkeitsanteil in %		
			Milch- menge	Fett %	Fett- menge
GRAVERT	1958	MT Regr.	-	-	22
GRAVERT	1958	Intrakl. Korr.	-	-	21
SCHMIDT	1958	MT Regr.	42	68	26

MT Regr. = Mutter-Tochter Regression
 Korr. Stud. = Korrelations Studien
 Zwill. Stud. = Zwillings Studien
 Halbg. Korr. = Halbgeschwister Korrelation
 Intrakl. Korr. = Intraklass Korrelation

Eigene Untersuchungen

Material :

Die Untersuchungen wurden an drei Herdbuchbetrieben des bayerischen Höhenfleckviehs in Oberfranken mit 104 Mutter-Tochterpaaren durchgeführt. Die Betriebe gehörten alle einem Betriebstypus an, für den ganzjährige Stallhaltung charakteristisch ist. Gleichzeitig wurden am Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung weitere Untersuchungen an Betrieben mit anderer Betriebsstruktur und anderen Haltungsverhältnissen durchgeführt, um so Zahlen zu gewinnen, die für die durchschnittlichen Umweltverhältnisse der mittelbäuerlichen Betriebe in Bayern Geltung haben (BAUER und M. 1959).

Im einzelnen mußten eine Reihe von Punkten berücksichtigt werden, um zu gewährleisten, daß das Material die Bedingungen für populationsgenetische Untersuchungen erfüllt:

1. Die Herden sollten dem Herdbuch angeschlossen sein; nur damit waren sichere Leistungsunterlagen und Abstammungsnachweise gegeben.
2. Da durch gerichtete Änderung der Fütterungs- und Haltungsverhältnisse die Leistungen der Töchter oder Mütter beeinflusst werden, kann deren genetische Situation falsch zur Darstellung kommen. Deshalb wurde nach den Unterlagen, dem persönlichen Einblick und der Auskunft der Besitzer für jeden Betrieb genau festgestellt, daß die Umwelt innerhalb des Untersuchungszeitraums keiner gerichteten Änderung unterlegen war. Die Fütterung mußte also möglichst gleichbleibend gehandhabt worden sein. Als Unterlagen dienten die Sammelregister und Kontrollbücher des Tierzuchtamts in Coburg. Die einzelnen Betriebe wurden besucht, an Ort und Stelle die betriebswirtschaftlichen Verhältnisse eingesehen.
3. Der genetische Aufbau der Herde sollte nicht wesentlich verändert worden sein; deshalb durften in dem Zeitraum 1949-1956 keine wesentlichen Zukäufe stattgefunden haben.
4. Eine Mindestzahl von 20 Kühen pro Betrieb ist erforderlich, um die nötige Anzahl Tochter-Mutterpaare zu erhalten.

Die Betriebe liegen im Coburger Hügelland, unweit der bayerischen Landesgrenze, in einem Gebiet, das im Norden von den Höhenzügen des Thüringer Waldes umgeben wird. Die Vegetation beginnt, von kalten Winden beeinflusst, meist etwas verspätet, holt aber infolge der südlichen Hanglage sehr bald auf. Die Niederschlagsmenge beträgt im Durchschnitt 675 mm, die mittlere Jahrestemperatur $7,5^{\circ}\text{C}$. Die Bodenverhältnisse sind auf den einzelnen Betrieben verschieden und entsprechen den Gegebenheiten Oberfrankens im Raume Coburg. Tabelle II berichtet über die jeweilige Betriebsgröße und Hauptfutterflächen.

Tabelle II

Betriebsgröße und Hauptfutterflächen

	<u>Betriebsgröße</u>	<u>Hauptfutterfläche 1957</u>
I	67,7 ha	31,6 ha
II	150,0 ha	26,5 ha
III	152,5 ha	9,7 ha

Die Herden entsprechen mit ihren Leistungen ungefähr dem Durchschnitt der Landeszucht, mit Ausnahme von Betrieb II, der in den Leistungen darunter lag. Besondere züchterische, selektive Maßnahmen waren in den Betrieben nicht getroffen worden. Für die Herden stand fast nur wirtschaftseigenes Futter zur Verfügung. Auf Betrieb II und III wurden Zuckerrüben angebaut (1957 13,2 % bzw. 18,6 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche), deren Nebenprodukte verfüttert wurden. Im Betrieb I ließen die Bodenverhältnisse keinen wesentlichen Zuckerrübenbau zu. Dafür lieferte das Dauergrünland mit 29,4 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche den größten Anteil am Grundfutter. Die Herden werden ganzjährig im Stall gehalten und zweimal täglich gemolken.

In Tabellen III und IV sind Viehbestand und Milchleistung der drei Herden im Jahr 1956 angeführt.

Tabelle III

Viehbestand der Betriebe

Betrieb	Kühe	Kalbinnen	Jährlinge	Kälber	Jungbullen	Zuchtbullen
I	25	11	10	6	-	-
II	30	25	-	10	16	1
III	33	12	18	4	2	1

Tabelle IV

Leistungen

Betrieb	Voll- abschlüsse	Stalldurchschnitt			kg Milch/ ha Kff	kg Milch/ LN
		kg Milch	kg Fett	% Fett		
I	27,0	2849	110	3,8	3965	1162
II	41,1	3826	161	4,2	8255	9134
III	19,6	3120	125	4,01	436	6331

kg Milch/ha Kff = kg Milch / ha Kuhfutterfläche

kg Milch/LN = kg Milch / ha Landwirtschaftliche Nutzfläche

Die Herde I ist seit ca. 1850 dem Herdbuch angeschlossen, die Herde II seit 1921, die Herde III seit 1936.

Aus jedem Betrieb wurden alle verfügbaren Tochter-Mutterpaare zusammengestellt. Zum Vergleich wurden die ersten Vollabschlüsse der Töchter und die frühest erfaßbaren Vollabschlüsse der Mütter registriert. Die ersten Vollabschlüsse stellen die am wenigsten der Selektion unterworfenene Leistung dar. Eine Verwendung nur der ersten Vollabschlüsse der Mütter hätte jedoch das verfügbare Material zu sehr verkleinert. Deshalb wurde für die Mütter der erste erreichbare Vollabschluß erfaßt. Außerdem wurden alle Kühe mit mindestens einem Vollabschluß herangezogen und für sie das Alter in Tagen zu Beginn des Vollabschlusses errechnet. Es konnten

in Betrieb I	32 Tochter-Mutterpaare,
in Betrieb II	55 Tochter-Mutterpaare,
in Betrieb III	17 Tochter-Mutterpaare

zusammengestellt werden.

Bestimmend für den Wert der Milch ist nicht nur die gewonnene Milchmenge, sondern auch ihre Zusammensetzung, wobei bis heute meist nur der Fettgehalt berücksichtigt wurde. Da es schwierig ist, mit den zwei Werten Milchmenge und Fettmenge vergleichbare Berechnungen anzustellen, ist man bestrebt, einen Wert zu finden, in dem beide Komponenten enthalten sind und zwar in einem Maß, das ihrer biologischen Bedeutung entspricht. Dies geschieht am besten durch die Verwendung des Begriffes FCM (auf 4 % fat corrected milk).

Alle Leistungen wurden deshalb in FCM umgerechnet. Dieser von GAINES eingeführte Begriff bestimmt als FCM den Energiegehalt der Milch in Kalorien. Aus der Milchmenge (M) und dem Fettgehalt (F) lassen sich die FCM nach der Gleichung

$$\text{FCM} = 4M + 15F$$

ermitteln. Da die Berechnung von der gewogenen Milchmenge in kg ausgeht, handelt es sich um kg/FCM. In der angelsächsischen Literatur wird meist mit FCM in englischen Pfund (lb) gerechnet, was bei Vergleichen beachtet werden muß.

Methodik :

Die Grundlage für die Möglichkeit zur Selektion bietet die Variation des Phänotyps. Man kann aus den vorhandenen Unterschieden für Zuchtzwecke die günstigeren auswählen. Wenn man aber durch Auswahl der besseren Tiere nicht nur die Eigenschaften dieser Tiere nutzen, sondern gleichzeitig auch die Eigenschaften der Nachkommen verbessern will, so ist der Anteil an der Variation, der ausschließlich durch Umweltfaktoren bedingt ist, unwirksam.

Für Selektionsmaßnahmen ist es deshalb von grundlegender Bedeutung zu wissen, wie groß der Anteil von Gen-Einflüssen und der von Umwelteinflüssen auf das Zustandekommen des Phänotyps ist. In dem Quotienten Varianz des Genotyps : Varianz des Genotyps + Varianz der Umwelt, der von LUSH (1937) als Heritabilität (h^2) in die Populationsgenetik eingeführt wurde, haben wir einen Ausdruck für dieses Verhältnis.

Zur Berechnung von h^2 stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Das Prinzip ist jeweils das gleiche:

Man hält einen Teil der Gesamtvarianz für verschiedene Individuen konstant und kann dann mit ihm den andern Teil vergleichen.

1. Zwillingsmethode: hier macht man sich die Identität des Genbestandteils von eineiigen Zwillingen zunutze. Beim Vergleich von Leistungsmerkmalen solcher Zwillinge kann die Varianz ausschließlich umweltbedingt sein.
2. Intra-Vater-Tochter-Mutter-Vergleich: dabei werden die Leistungen der Töchter eines Vatertieres mit denen der Mütter verglichen. Aus der gewonnenen Beziehung läßt sich der Wert für h^2 bestimmen.
3. Halbgeschwisterkorrelation: in analoger Weise wird die genetische Ähnlichkeit von Geschwistergruppen bei der Halbgeschwisterkorrelation ausgenutzt. Im Prinzip können auch Vollgeschwister für die Berechnung herangezogen werden, die jedoch bei den Gegebenheiten der Großtierzucht nur selten in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen.
4. Wiederholbarkeit: bei der Wiederholbarkeit wird die Übereinstimmung von biometrischen Daten, die sich in aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten wiederholen, ermittelt. Der Grad der Übereinstimmung ist ein gutes Maß für die Heritabilität, da die Unterschiede in den folgenden Leistungen vorwiegend von Umwelteinflüssen abhängen.

Die Bedeutung dieser einzelnen Methoden für die Heritabilitätsberechnungen wird dadurch kompliziert, daß der relative Anteil von additiven Genwirkungen, Dominanz- und Epistaseeffekten bei ihnen verschieden ist. Für unsere Berechnungen wurde die Tochter-Mutter Regression gewählt. Dafür waren folgende Gründe bestimmend:

1. Die Milchleistung zeigt sich nur bei den weiblichen Tieren.
2. Durch die Untersuchung innerhalb von Betrieben wird ein Teil des Umwelteinflusses verringert.
3. Die für unser Material notwendige Selektion bei den Muttertieren wirkt sich bei dieser Methode nicht aus; die hierbei störende Selektion unter den Töchtern dürfte gering gewesen sein.

Für den Vergleich zwischen Mutter und Tochter ist es gut, die Erstlaktation zu verwenden. Diese Leistungen gegenüber späteren Leistungen sind im Verhältnis mehr durch Erbfaktoren und weniger durch die Umwelt bedingt. Da aber für die Mütter nicht immer die Erstleistung vorlag, mußten für sie die frühest erfaßbaren Leistungen verwendet werden. Hiermit wurden aber Leistungen verglichen, die in unterschiedlichem Alter erbracht wurden. Das würde sich auf die Rechnung der Tochter-Mutter Beziehung störend ausgewirkt haben, da die Milchleistung vom Lebensalter des Tieres abhängig ist. Sie nimmt bis zu einem gewissen Zeitraum zu und sinkt dann langsam wieder ab. Will man die Leistungen verschiedener Kühe, die in verschiedenem Alter erbracht wurden, vergleichen, dann muß man diese Verhältnisse berücksichtigen. Hierbei wird jede Leistung auf ein bestimmtes Alter umgerechnet. Die dazu notwendigen Faktoren können auf zweierlei Art ermittelt werden:

1. Man bestimmt von einer großen Anzahl Kühe einer Population (z. B. eines Herdbuchs) die durchschnittliche Leistung für sämtliche Altersgruppen und kann dann die Regression des Alters auf die Leistung errechnen und mit ihrer Hilfe die Korrekturfaktoren ermitteln;
2. aus dem Verlauf der Laktationskurven einer großen Zahl langlebiger Kühe lassen sich in ähnlicher Weise Alterskorrekturfaktoren ermitteln.

Die Alterskorrekturfaktoren haben jeweils nur für die Population Gültigkeit, aus der sie errechnet wurden. Nach der unter 1. genannten Methode wurden für das bayerische Fleckvieh Korrekturfaktoren errechnet (BAUER und M. 1959). Mit diesen Faktoren wurden alle Leistungen auf das durchschnittliche Erstkalbealter korrigiert.

Beim Intra-Vater-Tochter-Mutter-Vergleich (IVTMV) können die Leistungen verschiedener Mütter verglichen werden, da der genetische Einfluß des Vaters bei allen Tieren gleich ist. Bei dem vorliegenden Material standen nicht genügend Töchter eines Vattertieres zur Verfügung, deren Leistungen mit den Mutterleistungen hätten verglichen werden können. Es wurde daher an Stelle der Väter der Betrieb gesetzt. Dabei wurde von der Überlegung ausgegangen, daß der Einfluß der verschiedenen Vattertiere hier dem Zufall entspricht und somit im Durchschnitt aller Gruppen als gleich anzusehen ist. Dies schien besonders deshalb berechtigt, weil in dem Untersuchungszeitraum keine erbwertgeprüften Vattertiere verwendet wurden.

Die Methoden zur Berechnung des Regressionskoeffizienten wurden SNEDECOR (1956) entnommen. Die Regression der korrigierten Tochterleistung auf die Mutterleistung wurde mit Hilfe der Kovarianzanalyse ermittelt.

Ergebnisse :

Die korrigierten Durchschnittsleistungen sind in Tabelle V angeführt. Die Stalldurchschnittsleistungen liegen höher als die von der Lebensalter-Steigerung bereinigten Werte. In Tabelle VI ist die Kovarianzanalyse durchgeführt.

Tabelle V

Stalldurchschnittsleistungen der einzelnen Herden auf das
Alter korrigiert

Jahr	Betrieb I	Zahl d. VA	Betrieb II	Zahl d. VA	Betrieb III	Zahl d. VA
1949	2041	16	3208	26	2291	17
1950	2582	16	2962	28	2667	13
1951	2817	22	3235	34	3327	17
1952	2477	21	3414	35	3259	11
1953	2190	18	3461	34	3502	16
1954	2356	12	3872	32	3315	18
1955	2297	19	4042	32	3012	16
1956	2478	21	3573	39	2464	10

VA = Jahresvollabschluß

Tabelle VI

Kovarianzanalyse

Betrieb	FG	Sx ²	Sxy	Sy ²	b	FG n-2	Sd _{yx} ²	s _{yx} ²
I	31	9 100 728	2 389 616	7 616 879	0,2626	30	6 389 366	
II	54	19 405 202	4 250 174	20 814 331	0,2190	53	19 883 543	
III	16	5 257 322	- 436 923	7 318 944	-0,08311	15	7 282 631	
		(33 763 252)	(6 202 867)	(35 150 154)				
Innerhalb								
v. Betrieben								
Regr. Koeff.						98	33 555 540	432 403
Betriebe						2	455 147	227 573
gemeins.	101	33 763 252	6 202 867	35 150 154	0,1837	100	34 010 687	340 107
		s _b ² = 0,0100733	s _b = 0,1004	t = 1,8297	nicht signifikant	h ² = 0,3674		

Kovarianzanalyse für Betrieb I und II

Betriebe								
gemeins.	85	28 505 930	6 639 790	27 831 210	0,2329	84	26 284 803	312 914
		s _b ² = 0,0109772	s _b = 0,1048	t = 2,2223	signifikant	h ² = 0,4658		

Legende zu Tabelle VI

S_x^2	=	Summe der quadrierten Abweichungen der Mütter vom Mittelwert
S_y^2	=	Summe der quadrierten Abweichungen der Töchter vom Mittelwert
S_{xy}	=	Summe der Produkte aus Mütterabweichungen und Töchterabweichungen
b	=	S_{xy}/S_x^2 = Regressionskoeffizient
S_{yx}^2	=	Mittlere und quadratische Abweichung von der Regression
s_{yx}^2	=	$S_{yx}^2/n-2$ = Varianz der Tochterleistungen, die nicht durch die Mutter-Tochter Beziehung bedingt ist
s_b^2	=	Mittlere quadratische Abweichung des Regressionskoeffizienten b
s_b	=	$S_{yx}/\sqrt{S_x^2}$ = Standardabweichung des Regressionskoeffizienten
h^2	=	$2b$ = Heritabilität
t	=	b/s_b = Testzahl zur Feststellung der Wahrscheinlichkeit, mit welcher der Regressionskoeffizient innerhalb gewisser Grenzen unter gleichen Bedingungen wieder erwartet werden kann
FG	=	Freiheitsgrade
n	=	Anzahl der Leistungen

Diskussion

Die Stalldurchschnitte zeigen in den einzelnen Jahren zum Teil erhebliche Unterschiede, jedoch läßt sich keine Tendenz zu einer kontinuierlichen Steigerung erkennen. Es darf demnach angenommen werden, daß eine gerichtete Änderung der Umweltverhältnisse in dem Untersuchungszeitraum nicht stattgefunden hat. Wenn z.B. wirksame Verbesserung der Fütterungsmethoden, wie Intensivierung des Zwischenfruchtbaues oder Errichtung von Silos, stattgefunden hätte, dann müßte, da die Leistungen im Verband ansteigen, ein fortwährender Anstieg auch der Durchschnittsleistungen der Betriebe erwartet werden. Am ehesten läßt sich eine solche Tendenz noch beim Betrieb II vermuten. Die genaue Prüfung der Betriebsverhältnisse dieses Betriebs schließt jedoch als Ursache eine gerichtete Umweltänderung aus.

Die Berechnung des Regressionskoeffizienten für alle drei Betriebe ergibt einen nicht signifikanten Wert. Offenbar ist das dadurch bedingt, daß der Betrieb III einen negativen Regressionskoeffizienten von $-0,08311$ hat. Dieser Wert läßt darauf schließen, daß im Betrieb III keine Beziehung zwischen Mutter- und Tochterleistung zu finden ist, was zum Teil auf die geringe Zahl von 17 Paaren zurückzuführen sein dürfte. Da die Betriebe vollkommen unabhängig voneinander herausgesucht wurden, um eine größere Zahl von Tochter-Mutterpaaren zu erhalten, ist es berechtigt, eine getrennte Analyse für Betrieb I und II vorzunehmen. Tatsächlich ergibt sich dabei für die Tochter-Mutter Beziehung ein beträchtlich höherer signifikanter Wert.

Die Ergebnisse der Tochter-Mutter Regression innerhalb von Betrieben mit unterschiedlichen Werten und das signifikante Ergebnis bei Zusammenfassung solcher Einzelbetriebe zeigt, daß sich auch aus der Analyse eines kleinen Materials brauchbare Werte errechnen lassen. Voraussetzung ist jedoch, daß die Faktoren, die störend auf die Darstellung der genetischen Mutter-Tochter Beziehung einwirken, soweit wie möglich ermittelt und berücksichtigt werden. In einem großen, aus vielen tausenden von Tieren bestehenden Material wird eine solche Kontrolle mit der zunehmenden Größe des Materials immer schwieriger. Betriebsuntersuchungen an Ort und Stelle zur Beurteilung der Umweltverhältnisse, wie sie für diese Arbeit durchgeführt wurden, sind in einem sehr großen Material kaum möglich. Des weiteren ist zu bedenken, daß ein störender Faktor bei der Darstellung genetischer Beziehungen nicht dadurch eliminiert oder, wie oft angenommen, ausgeglichen wird,

daß man das Material vergrößert. Daher ist oft ein kleines Material, das im einzelnen kontrolliert ist, einem größeren in seinem Aussagewert überlegen. Zudem wurde auch durch Alterskorrektur eine wesentliche systematische Fehlerquelle ausgeschaltet.

Die Werte für h^2 entsprechen den allgemein in der Literatur beschriebenen. In den untersuchten Betrieben I und II läßt entsprechend der Größe von h^2 die Selektion der Töchter auf Grund der frühest erwarteten Mutterleistung einen beachtlichen Erfolg erwarten. In Betrieb III ist dagegen kein züchterischer Erfolg abzusehen.

Die unterschiedlichen Werte für h^2 in den einzelnen Betrieben zeigen, daß der Selektionserfolg von der Betriebsgestaltung abhängt. Es ist nicht anzunehmen, daß die genetische Variation sich zwischen den einzelnen Betrieben unterscheidet, denn dazu führen nur besondere Zuchtmaßnahmen, besonders Inzucht. Daher dürfte der Unterschied in h^2 auf ungleiche Variation der Umweltbedingungen zurückzuführen sein.

Um eine Vergrößerung von h^2 und damit einen größeren Selektionserfolg zu erzielen, müßte demnach die Umwelt einheitlicher gestaltet werden. Als beeinflussbarer Faktor kommt im wesentlichen die Fütterung in Frage. Da der Betrieb für die Art der Futtererzeugung im allgemeinen keine großen Variationsmöglichkeiten hat, ist eine Vereinheitlichung der Fütterung vorwiegend durch Maßnahmen zu erreichen, die eine gleichbleibende Qualität des Futters fördern. Hier ist besonders an gute Grünfutterkonservierung, wie beste Heuwerbung, Reutern, Halbheubereitung, Unterdaehtrocknung und Grünfuttersilo zu denken, durch welche Schwankungen und Auswirkungen in der Winterfütterung verringert werden. Ist die Zufuhr von Nährstoffen durch das Grundfutter nicht gesichert, so muß Kraftfutter ausreichend gegeben werden. Bei der Versorgung der Kühe mit Mineralstoffen ist die Milchleistung selbst und der Mineralgehalt des Grundfutters, der von den Witterungsverhältnissen während der Vegetation, der Zeit des Schnitts und den Umständen bei der Gewinnung abhängig ist, zu berücksichtigen. Werden über Grundfutter und Kraftfutter nicht genügend Mineralstoffe aufgenommen, so muß eine zusätzliche Mineralmischung verabreicht werden. Je mehr ein Tier Gelegenheit hat, seine Leistung zu entfalten, desto deutlicher wird seine Leistungsveranlagung, um so größer wird aber die Heritabilität, d. h. der Erfolg, der bei der Selektion erwartet werden kann. Daher ist volle Ausnutzung der gegebenen Anlagen des Individuums durch entsprechende Haltung grundlegende Voraussetzung für den Selektionserfolg. Wird eine Kuhherde so gefüttert, daß eine Leistung von 3000 kg Milch im Jahr schon wegen der zugeführten Nährstoffe nicht über-

schritten werden kann, dann gibt es auch keine Möglichkeit, eine Kuh, die zu einer höheren Leistung fähig ist, herauszufinden.

Die Leistungen der Kuh bedeuten Veredelung landwirtschaftlicher Produkte. Es liefert also eine Kuh einen um so höheren Ertrag, je mehr Futter sie in Milch umwandeln kann. Dabei muß für eine genaue Kalkulation der Gelderlös dieser Produkte - vermindert um die mit den Leistungen verbundenen Aufwendungen - als Gewinn angesehen werden. Zu den wichtigsten Leistungsanlagen der Kuh gehört deswegen nicht nur die Fähigkeit, aus zugeführtem Futter Milch und Fleisch zu erzeugen, sondern auch das Vermögen und der Wille, große Mengen von Grundfutter aufzunehmen. Im Sinne der obengenannten Ausnutzung von Leistungsanlagen wäre es daher gut, wenn jede Kuh die Möglichkeit hätte, soviel Futter aufzunehmen, wie sie nur irgend will und kann. Das ist jedoch bei einer rationierten Fütterung nicht leicht zu erreichen und führt zu einer Futtermittelsverschwendung, wenn die Fütterung sich nach dem besten Fresser richtet. Diese Schwierigkeiten sind in einem Laufstall zu umgehen, wo die Kühe ständig Gelegenheit haben, Futter nach Belieben aufzunehmen und selbst zwischen den einzelnen Arten von Grundfutter wie Heu oder Silo zu wählen. Das wäre außerdem eine Möglichkeit für Standardisierung der Umwelt, die dem Einzeltier Voraussetzung für eine optimale Ausnutzung der Leistungsanlagen bietet, womit züchterisch der Selektionserfolg vergrößert werden kann.

Die Abhängigkeit der Heritabilität von der Betriebsgestaltung zeigt, daß auch der kleine Zuchtbetrieb selbst zur Verbesserung der Zucht beitragen kann. Da ihm als Zuchtmethode im allgemeinen nur die Auswahl der besseren Muttertiere zur Verfügung steht, muß er die Umweltverhältnisse so gestalten, daß die Tiere mit den besseren Erbanlagen wirklich erkannt werden können. Davon hängt der Erfolg seiner Selektion, d. h. Verbesserung der Leistungen der Nachkommen ab.

ZUSAMMENFASSUNG :

1. Zur Schätzung des Erblichkeitsanteils für das Merkmal Jahresmilchleistung in FCM wurden drei Fleckviehzuchtbetriebe in Oberfranken untersucht, deren Haltungs- und Fütterungsverhältnisse in den Jahren 1949-1956 keine großen Änderungen erfahren hatten.
2. Aus diesen Betrieben wurden 104 Tochter-Mutterpaare zusammengestellt.
3. Die Beziehung zwischen der auf das Erstkalbealter korrigierten ersten Jahresleistung der Tochter und der ebenso korrigierten, frühest erfaßbaren Mutterleistung wurde errechnet. Der Koeffizient der Tochter-Mutter Regression betrug bei den einzelnen Betrieben 0,2626, 0,2190 und -0,08311.
Der Regressionskoeffizient für alle Betriebe gemeinsam beträgt 0,3674 (nicht signifikant); für die Betriebe I und II gemeinsam wurde ein Regressionskoeffizient von 0,4658 (signifikant) errechnet.
4. Aus den Werten für die Tochter-Mutter Regression ergibt sich, daß unter den Verhältnissen der untersuchten Betriebstypen Selektion auf das Merkmal Jahresmilchleistung einen brauchbaren Erfolg erwarten läßt. Aus den Unterschieden der Werte für die einzelnen Betriebe ist zu entnehmen, daß der Selektionserfolg in jedem Betrieb von der Umweltgestaltung abhängt.
5. Die Möglichkeiten zur Verbesserung des Selektionserfolges werden diskutiert. In erster Linie ist eine dem Leistungsvermögen angepaßte und möglichst gleichbleibende Fütterung Voraussetzung für das Erkennen der Leistungsveranlagung und damit für den Selektionserfolg.

LITERATUR :

- Bauer, H., Bakels, F. und Gall, Chr.
 (1959) Untersuchungen über die Selektionswirkung für das Merkmal Jahresmilchleistung in FCM in bayerischen Fleckviehherden.
 München: Institut für Tierzucht, Vererbungs- und Konstitutionsforschung H. 1, 31
- Gaines, W.L. (1928) The energy basis of measuring milk yield in dairy cows.
 Illinois Sta. Bull. 308
- Gravert, H.O. (1958) Untersuchungen über die Heritabilität der Butterfettleistung.
 Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 71, 155
- Hartmann, W. (1958) Über den Erblichkeitsanteil der Leistungsunterschiede von Milchmenge, Fettgehalt und Fettmenge von Kühen.
 Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 72, 151
- Lush, J.L. (1945) Animal Breeding Plans. 4th ed.
 Ames, Iowa: State College Press
- Schmidt, K., Stahl, W. und Koriath, G.
 (1958) Erblichkeitsschätzung der Fruchtbarkeit und der Milchleistungen unter Berücksichtigung ihrer Interaktion.
 Arch. Tierzucht 1, 5
- Shimy abdel Fattah El-Shimy
 (1957) The heritability of milk yield and fat percentage in the Friesian cattle in the province of Friesland.
 Zschr. Tierzücht. Züchtungsbiol. 69, 321
- Snedecor, G.W. (1956) Statistical Methods. 5th ed.
 Ames, Iowa: State College Press

Herrn Professor Dr. Dr. H. B a u e r danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und den jederzeit gewährten Rat.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Dr. B a k e l s und Herrn Dr. G a l l für die guten Ratschläge und die fortwährende Unterstützung.

Nicht zuletzt möchte ich dem Tierzuchtamt in Coburg unter Leitung des Herrn Tierzuchtdirektor S a w e r t h a l für die freundliche Überlassung des Materials, sowie den Herren A m h o f, B e n n e c k e und P f e i f f e r für ihr großes Entgegenkommen herzlich danken.

Lebenslauf

Als Sohn der Landwirtseheleute Otto und Rosa S c h u n k , geb. Scheler, wurde ich am 30.3.1933 in Grattstadt geboren und im evangelischen Glauben erzogen.

Die Grundschule besuchte ich dortselbst. Das Abitur legte ich 1954 an der Oberrealschule Ernestinum in Coburg ab. Mit dem Wintersemester 1954/55 begann ich mein Studium der Tierheilkunde an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München. Nach dem Wintersemester 1955/56 legte ich das Vorphysikum und nach dem Sommersemester 1956 das Physikum ab. Am Ende des Wintersemesters 1958/59 unterzog ich mich der tierärztlichen Prüfung und beendete sie am 11. August 1959.

Mit dieser Arbeit beschäftige ich mich seit Sommer 1957.

